

HYDROŻELE W ŚRODOWISKU NATURALNYM – HISTORIA I TECHNOLOGIE

Łukasz Kulikowski¹, Edward Kulikowski¹,
Arkadiusz Matuszewski², Jacek Kiepuski³

¹ ArtAgro Polska Sp. z o.o., ul. Bolesława Prusa 1, 32-200 Miechów

² Wydział Nauk o Zwierzętach, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Ciszewskiego 8, 02-787 Warszawa

³ Bio-Ecology Services Sp. z o.o., ul. Narocz 3, 02-678 Warszawa, e-mail: kiepuski@bio-ecology.pl

STRESZCZENIE

Rosnąca konkurencja pomiędzy firmami zajmującymi się uprawą roślin wymusza na działach badawczo-rozwojowych poszukiwanie nowych technologii i preparatów pozwalających osiągać lepsze rezultaty w tych dziedzinach. Nie mniej istotnym czynnikiem decydującym o wyborze technologii i preparatów do stosowania w uprawie roślin, jest ich oddziaływanie na środowisko. Przez nierozważne działania (przenawożenie, intensywne stosowanie chemicznych środków ochrony roślin, zaburzenia melioracyjne) środowisko naturalne ulega ciągłej degradacji. Problemów przysparzają także kapryśne zmiany klimatu, powodując bądź ulewne deszcze, bądź okresy długotrwałych susz. Wielką szansą wydaje się być technologia superabsorbentów. Rozwiązanie stosowane od lat w produkcji technicznych materiałów, dziś ma szansę wspomóc rolnictwo w walce z suszą. Rozwijająca się technika pozwala produkować w pełni biodegradowalne produkty spełniające funkcję doglebowych magazynów wody dla roślin. Hydrożele z przeznaczeniem do zastosowań rolniczych mają charakter dedykowany sprzyjający środowisku naturalnemu pozwalając jednocześnie ograniczać negatywne skutki suszy i rewitalizować zasoby naturalne. Podstawowe korzyści ekonomiczne i społeczne: ograniczenie konieczności nawadniania o ok. 20–50% – zapobieganie skutkom stresu wodnego i suszy, ograniczenie dawek nawozowych o ok. 30% poprzez „inteligentny” sposób uwalniania składników pokarmowych (nawozów) w obrębie systemu korzeniowego, ochrona środowiska naturalnego przed skutkami przenawożenia, zasolenia gruntów, ograniczenie wypłukiwania nawozów w głębsze partie gleby, ochrona wód gruntowych, ograniczenie intensywności zabiegów pielęgnacyjnych o ok. 9%, zwiększenie plonowania o ok. 15%.

Słowa kluczowe: hydrożele, uprawa roślin, nawadnianie, nawożenie

HYDROGELS IN THE NATURAL ENVIRONMENT – HISTORY AND TECHNOLOGIES

ABSTRACT

The growing competition between companies involved in the cultivation of plants, forces the research and development departments to search for new technologies and preparations to achieve better results in these fields. No less important factor determining the choice of technologies and preparations for use in the cultivation of plants, is their impact on the environment. By many years reckless actions (over-fertilization, intensive use of chemical plant protection products, irrigation) the natural environment is constantly degraded. Problems are also caused by capricious climate changes, causing either heavy rains or periods of prolonged drought. The superabsorbent technology seems to be a great opportunity. The solution used for years in the production in technical usage, today has the chance to help agriculture in the fight against drought. The developing technology allows to produce fully biodegradable products that perform the function of soil water storage for plants. Hydrogels designed for agricultural purposes are dedicated to the natural environment, in the same time are allowing to limit the negative effects of drought and revitalize natural resources. Basic economic and social benefits: reducing the need for irrigation by about 20–50% - preventing the effects of water stress and drought, limitation of fertilizer doses by approx. 30% through the “intelligent” way of release of nutrients (fertilizers) within the root system, protection of the natural environment against the effects of over-fertilization and land salinity. limiting the leaching of fertilizers into deeper soil parts, protection of groundwater, limiting the intensity of care treatments by approx. 9%, increase in yield by approx. 15%.

Keywords: hydrogels, cultivation of plants, irrigation, fertilization

WSTĘP

W latach 60-tych ubiegłego wieku wskutek poszukiwań rozwiązań dla wojska nastąpił wzrost zainteresowania polimerami charakteryzującymi się zdolnościami do pochłaniania dużych ilości wody. Polimery takie - obecnie nazywane hydrożelami - znalazły bardzo szerokie zastosowanie od rozwiązań technicznych, jak ochrona kabli i światłowodów przed zamakaniem, przez stosowanie w produktach higieny osobistej np. w pieluszkach jednorazowych, skończywszy na najwyższym stopniu zaawansowania w produkcji kosmetyków, leków czy soczewek kontaktowych. Już w latach siedemdziesiątych otrzymano hydrożele, które w stosunku do hydrożeli używanych do produkcji soczewek wynoszącej około 80 ml/g, osiągnęły chłonności od 40 do 1600 ml/g. Wspomniane polimery znalazły zastosowanie w masowej produkcji przemysłowych środków technicznych. Wielkoskalowa produkcja hydrożeli spowodowała znaczne obniżenie ich ceny, co skłoniło laboratoria, jak też użytkowników do szukania innych zastosowań. Obniżenie kosztów surowcowych umożliwiło poszerzenie puli klientów docelowych, między innymi o masowe stosowanie ich w produkcji rolnej, ogrodniczej i leśnej.

Równocześnie czynnikami stymulującymi prace badawcze nad odpowiednimi formułami do zastosowań agrotechnicznych były obserwowane na przestrzeni kilkudziesięciu lat zmiany klimatu powodujące nieregularne opady deszczu, długotrwałe okresy suszy, czy opady o charakterze huraganowo - burzowym, powodujące ograniczenie aktywnej sorpcji w podłożu. W wyniku tych zjawisk następuje znaczne obniżenie wysokiej wydajności w uprawach polowych. Nagłe, gwałtowne deszcze, pojawiające się nieregularnie między czasem trwania suszy w okresie wegetacyjnym roślin, powodują ulewne spływanie wody z pól wraz z nawozami i środkami ochrony roślin. Stosowanie systemów sztucznych nawodnień, które mogą częściowo ograniczyć niedobory wody, nie zawsze jest możliwe z przyczyn technicznych czy środowiskowych i z reguły bardzo drogie w instalacji jak i eksploatacji.

Z problemami tymi szczególnie borykają się gospodarstwa posiadające gleby lekkie, przepuszczalne, o niskiej retencji wody, bardzo wrażliwe na brak opadów. Jednym ze sposobów zmniejszenia deficytu wody w glebie, może być zastosowanie przez ogrodników, rolników i leśników, naturalnych dodatków doglebowych takich jak kondy-

cjonery, eko-stymulatory, powodujące częściowe zwiększenie retencji wodnej jednocześnie poprawiających strukturę gleby.

Do grupy takich produktów, niekoniecznie pochodzenia naturalnego, należą polimerowe dodatki doglebowe, o wysokiemu współczynniku absorpcji, które poza zwiększeniem pojemności wodnej i retencji mogą również stanowić grupę rozwiązań przeciwdziałających erozji wodnej i wietrznej.

Superabsorbenty polimerowe – hydrożele, charakteryzujące się zdolnością do wchłaniania bardzo dużych ilości wody, a zmieszane z glebą, zwiększają jej pojemność wodną, jej retencję, przeciwdziałają stresom wodnym zapewniając roślinom wilgoć, a także skutecznie ograniczają parowanie wody z gleby. Dzięki swoim zdolnościom do akumulacji i inteligentnego uwalniania, przeciwdziałają gwałtownym zmianom wilgotności gleby działając jako bufor wodny. W czasie opadów atmosferycznych czy też nawodnień wiążą wodę zapobiegając jej nadmiernemu przesiąkaniu w głębsze warstwy gleby, jak również jej powierzchniowemu spływowi. Wymienione wyżej efekty obserwuje się już przy niewielkich dawkach suchego superabsorbentu zmieszanego z podłożem w ilości 0,05–0,15%. Z zatrzymanej przez superabsorbent wody rośliny mogą wykorzystać ponad 92%. Nawodniony hydrożel na skutek oddawania wody roślinom w procesie osmozy kurczy się, powodując powstawanie przestrzeni w glebie. Poprzez wielokrotnie powtarzający się proces powiększania i zmniejszania swojej objętości poprawia strukturę gleby, powodując jej spulchnienie i napowietrzenie.

Superabsorbenty przyczyniają się do ochrony wód gruntowych i środowiska poprzez wykorzystanie swoich zdolności immobilizujących składniki nawozowe, jak też dodatki stymulujące wzrost i chroniące uprawy. Rozpuszczalne w wodzie związki chemiczne uwięzione w polimerowej sieci nie mogą być łatwo wypłukane przez wodę pochodzącą z opadów i nawodnień. Nawet niewielkie ilości tych związków, sukcesywnie uwalniane i wchłanianie przez system korzeniowy mogą być skuteczniej wykorzystane przez rośliny lub je ochraniać przed czynnikami chorobotwórczymi, szkodnikami, stymulować wzrost czy bronić przed konkurującymi roślinami niepożądanymi w uprawie.

Również pozytywne skutki stosowania polimerowych superabsorbentów zauważa się w aplikacji na terenach górzystych, skarpach, obwałowaniach, gdzie poprawiając agregację podłoża

i trójwymiarową jego strukturę przeciwdziałającą erozji wodnej. W rekultywacji terenów zdegradowanych są szeroko stosowane, szczególnie tam gdzie zniszczona została całkowicie roślinność okrywowa, umożliwiając szybkie zazielenienie, zakrzewienie i stabilizację tych terenów. Hydrożele stanowią również doskonały składnik naturalnych i syntetycznych podłoży, stosowanych zarówno w intensywnej gospodarce ogrodniczej jak i w rekultywacji.

Z licznych nie wspomnianych wyżej zastosowań hydrożeli należy wymienić również stosowanie w otoczkowaniu i kondycjonowaniu nasion. Nie tylko jako składnik otoczki zapewniają stałą wilgotność, ale są także matrycą nośną składników nawozowych i środków ochrony roślin niezbędnych dla prawidłowego kiełkowania i rozwoju roślin w początkowej fazie. Przyczyniają się dzięki temu do minimalizacji strat materiału siewnego, równocześnie wpływając na zmniejszenie ilości środków ochrony podawanych w sposób klasyczny a co za tym idzie do ochrony środowiska naturalnego.

Hydrożele szeroko stosowane w uprawach leśnych i szkółkarskich stosowane w formie uwodnionej służą do pokrywania - zabezpieczania systemu korzeniowego roślin sadzonych z odkrytym systemem korzeniowym, przeciwdziałając ich przesuszeniu i zmniejszając ilość wypadów po nasadzeniach. Z powodzeniem są stosowane przez szkółkarzy, sadowników i leśników, zapewniając bufor wodny sadzonkom, zarówno w cyklu uprawnym jak również podczas transportu i prac nasadzeniowych na stanowiskach docelowych.

WŁAŚCIWOŚCI SUPERABSORBENTÓW

Zachowanie hydrożelu w glebie

Jednym z najważniejszych czynników w uprawie roślin wpływających na sukces jest zawartość wody bio dostępnej w glebie a zwłaszcza w strefie ryzosfery systemu korzeniowego. Ogólnie znana jest rola wody w życiu i rozwoju roślin, która jako jedyna transportuje składniki mineralne niezbędne do wzrostu tkanek, utrzymuje prawidłowe ciśnienie osmotyczne komórek roślinnych, uczestniczy w procesach fotosyntezy i reakcjach biochemicznych zachodzących w komórkach, prowadzących do wzrostu biomasy.

Woda obecna w glebie jest wykorzystywana efektywnie przez rośliny jedynie w niewielkiej części. W glebach, zwłaszcza piaszczystych,

znaczna część wody jest tracona przez przenikanie w głębsze warstwy poniżej strefy zasięgu aktywnego systemu korzeniowego, zdolnego do zasysania lub z drugiej strony przez intensywne straty przez parowanie. Do wytworzenia 1 kg biomasy zależnie od uwarunkowań gatunkowych niezbędne jest dostarczenie roślinie 300 do 1000 l wody w cyklu uprawnym.

Superabsorbenty – hydrożele jako środki zwiększające pojemność i retencję wodną gleby - podłoża, jednocześnie przeciwdziałają niekontrolowanej utracie wody przez wspomniane wyżej procesy fizyczne. Z wielokrotnie prowadzonych doświadczeń wynika, że kryształki superabsorbentu znajdujące się w piaszczystej glebie umożliwiają szerokim kapilarom zatrzymanie wody, zaś w pozbawionej hydrożelu glebie szerokie kapilary nie wykazują tych właściwości. Na to zjawisko wpływa relatywne zwiększenie się ilości kanałów mikrokapilarnych, a także zmniejszenie rozmiarów porów w przestworach glebowych. Kolejnym efektem zwiększającym zdolność do zatrzymania wody w glebie jest blokowanie otwartych kanałów umożliwiających utratę wody z powierzchni gleby przez jej grawitacyjny spływ i parowanie. Na skutek synergii tych efektów dodatkowo wzrasta średnia wilgotność w całym profilu glebowym, a w konsekwencji polepsza się globalne zaopatrzenie roślin w wodę.

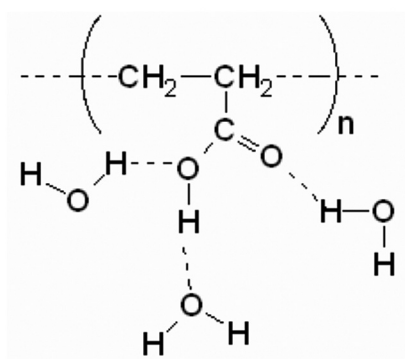
Obecnie w intensywnej produkcji roślinnej jako najskuteczniejsze znajdują zastosowanie superabsorbenty o chłonności oznaczanej dla wody demineralizowanej w zakresie od 400 g/g do 600 g/g. Mimo produkcyjnych możliwości technicznych, hydrożele o zasadniczo wyższej chłonności po pełnym wysyceniu wodą są mało odporne mechanicznie, co skutkuje ich szybką degradacją i utratą właściwości. Zastosowanie żeli o chłonnościach niższych niż podano, niesie za sobą wzrost kosztów ze względu na konieczność stosowania większych dawek w celu osiągnięcia tych samych efektów i może mieć jedynie uzasadnienie w szczególnych warunkach środowiskowych.

Powołując się na dostępne dane badawcze, wzrost zawartości wody w glebach piaszczystych kształtuje się w granicach 10–35% przy 0,2% dodatku hydrożelu. Doświadczenia prowadzone na różnych gatunkach roślin użytkowych wskazują, że nawet przy zastosowaniu minimalnych dawek dużo niższych, niż zalecane, obserwowany jest biologiczny efekt i stymulacja rozwoju roślin. W wyniku obserwacji

użytkowych stwierdzono, iż w zależności od różnych kryteriów rozwoju roślin oraz kondycji podłoża, dodatek superabsorbentów w dawce 50–140 kg/ha powoduje zwiększenie produktywności gleb piaszczystych porównywalnie do poziomu osiąganego przez dodanie 20% osadów aluwialnych (setki ton/ha).

Mechanika pracy hydrożelu w podłożu

Procesowo woda jest wiązana przez makrocząsteczki słabymi wiązaniami wodorowymi zaprezentowanymi na rysunku 1 (przerzywane linie).



Rys. 1. Schemat wiązań wodorowych

Równocześnie woda jest również akumulowana siłami czysto mechanicznymi w nano i mikroporach oraz siłami oddziaływania napięcia powierzchniowego w skłębionej makrostrukturze łańcucha polimerowego. Hydrożel, można uznać, łączy w sobie cechy zarówno gąbki, jak i magnesu w jednej makrostrukturze polimerowej.

Wpływ rozpuszczalnych w wodzie soli na chłonność hydrożelu

Superabsorbenty stosowane w środowisku uprawnym mogą również trafić do gleby z dodatkiem nawozów bądź mają bezpośredni kontakt z rozpuszczonymi w glebie solami. Ze względu na nieselektywne właściwości chłonne zmniejsza się w znacznym stopniu ich potencjał chłonny dla czystej wody. Redukcja chłonności powodowana przez rozpuszczone w wodzie nawozy zawierające jony jednowartościowe wynosi około 65%, natomiast jony dwu- i trójwartościowe mogą w specyficznych warunkach zredukować chłonność wody nawet o 80%. Powtórne wielokrotne nasączenie hydrożelu wodą demineralizowaną skutkuje wypłukiwaniem – usuwaniem jonów jednowartościowych przywracając początko-

we parametry, jednakże w przypadku kationów wielowartościowych proces ten jest długotrwały i wymianie ulega jedynie niewielka ich ilość. To ograniczenie chłonności odnosi się głównie do hydrożeli jonowych opartych na polikwasie akrylowym, hydrożele niejonowe bazujące na poliakryloamidzie są mniej wrażliwe na wzrost siły jonowej roztworów i sieciujące właściwości jonów metali dwuwartościowych.

Retencja składników mineralnych

W podłożach prawidłowo wzbogacanych dedykowanymi do uprawy roślin superabsorbentami, nie woda, lecz rozpuszczone w niej dostępne składniki pokarmowe są czynnikiem limitującym wzrost roślin. Istnieją rozwiązania i technologie gdzie hydrożele można nasycić składnikami nawozowymi, zwłaszcza pierwiastkami ulegającymi szybkiej destrukcji czy mobilnymi w profilu glebowym (np. rozpuszczalne fosforany, jony potasu, związki azotu), które są immobilizowane dzięki czemu nie są natychmiast wymywane przez wodę, lecz stopniowo uwalniane do roztworu glebowego, a następnie przyswajane przez rośliny. Ograniczenie wymywania składników pokarmowych przez stosowanie dedykowanych superabsorbentów odbywa się w dwojaki sposób: przez absorpcję związków nawozowych i przez zatrzymywanie wody w glebie, dzięki czemu hydrożele nie dopuszczają do wymywania związków rozpuszczalnych i koloidalnych w głębsze warstwy gleby oraz odprowadzania ich do cieków wodnych, zabezpieczając mocno zanieczyszczone i zdegradowane zasoby wód gruntowych i podziemnych.

Hydrożele z powodzeniem są wykorzystywane jako nośnik nawozów o spowolnionym działaniu, ponieważ składniki pokarmowe nie są tak mocno związane aby utrudnić ich pobieranie i aby rośliny nie mogły ich wykorzystać. W USA dokonano skutecznych prób wykorzystania hydrożeli jako nośnika mikroelementów i pierwiastków śladowych a w szczególności trudnego do aplikowania kompleksu jonów manganu. Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowanie matrycy polimerowej zasadniczo zwiększa przyswajalność tego pierwiastka.

Potencjał osmotyczny wody w hydrożelach

Potencjał wody w hydrożelach poliakrylowych determinuje wiele aspektów ich zachowania w glebie. Redystrybucją wody w glebie, jej

transportem do korzeni roślin i asymilacją rządzą prawa osmozy i są regulowane potencjałem termodynamicznym. Woda glebowa jest klasyfikowana pod względem energetycznym w kilku kategoriach:

- woda grawitacyjna (pF mniejsze od 2)
- woda kapilarna (pF większe od 2 a mniejsze od 4,2)
- woda higroskopijna (pF od 4,2 do 4,5)

Potencjał jest tu wyrażony jako $pF = \log(\text{cm H}_2\text{O})$. Rośliny są w stanie pobierać tylko tą część wody, która jest zawarta poniżej $pF = 4,2-4,5$. To ograniczenie wartości potencjału jest zbieżne z punktem wędnięcia większości roślin uprawnych, nie będących w stanie do wykorzystania wody mocniej związanej w glebie.

Istotnym jest więc podkreślenie faktu, iż potencjał wody związanej w superabsorbentach, którą mogą pobrać rośliny, powinien zawierać się w przedziale $pF = 2,0-4,2$.

Przeprowadzone pomiary ciśnienia chłonicia wskazują aktualny stan termodynamiczny wody w hydrożelu w obserwowanym układzie. Analizując wyniki dostrzegamy, iż zaledwie minimalna część wody między 2–4 ml/g nie znajduje się w zakresie wody dostępnej roślinom. Należy więc podkreślić, że z biologicznego punktu widzenia oznacza to, iż większość zmagazynowanej w superabsorbentach wody jest dostępna dla roślin. Wyniki te zostały potwierdzone przez liczne bezpośrednie pomiary, wykonywane z zastosowaniem metod stosowanych w analizie gleb, włącznie z oznaczaniem punktu wędnięcia. Z doświadczeń wynika, że woda w glebach z dodatkiem superabsorbentów jest zatrzymywana dużo dłużej. Możemy więc przyjąć tezę, iż dodanie hydrożelu do podłoża zwiększa biodostępność wody w roztworze glebowym.

Kolejnym istotnym czynnikiem fizycznym wpływającym na zdolność chłonicia wody przez superabsorbenty jest ciśnienie związane z kompresją gruntu. Wywieranie istotnego ciśnienia przez warstwę gleby na cząsteczki polimeru jest zależne od głębokości aplikacji hydrożelu i struktury gleby. Jednak w przypadku aplikacji doglebowych do głębokości sięgającej 35 cm ten czynnik nie ma istotnego wpływu na charakter jak i zdolność do sorbowania wody.

Skład chemiczny

Obecne na rynku hydrożele, które znalazły zastosowanie w środowisku naturalnym, pod

względem chemicznym są wielkocząsteczkowymi, usieciowanymi, nierozpuszczalnymi w wodzie polimerami. Ze względu na technologię wytwarzania bazują przeważnie na substratach takich jak: akryloamid, kwasu akrylowego lub metakrylowego oraz ich pochodnych. Rzadziej stosuje się inne makrocząsteczki takie jak: usieciowany alkohol poliwinylowy, polietylenoglikole, poli-N-winylopirolidon, kopolimery bezwodnika maleinowego, AMPSA, oraz chemicznie modyfikowane kopolimery na bazie skrobi i celulozy. Z posiadanego doświadczenia w zakresie syntezowania i analizy superabsorbentów stosowanych w szeroko rozumianej uprawie roślin należy jednak podkreślić, iż najlepiej spisują się w środowisku naturalnym te bazujące na polimerach i kopolimerach kwasu akrylowego. Tworzone w oparciu o ten monomer hydrożele mają najlepsze biopowinowactwo, ulegają pełnemu procesowi biodegradacji, oraz nie pozostawiają po sobie niekorzystnych produktów rozkładu.

Bazując na substratach chemii organicznej, osobną ale równie istotną kwestią do rozwiązania pozostaje zaawansowanie procesu technologicznego. Ze względu na syntetyczne pochodzenie substratów, jak również na skuteczność reakcji polimeryzacji musimy zwracać szczególną uwagę na możliwą obecność wolnych monomerów w produktach finalnych.

Zaawansowanie technologiczne procesu jak i parku maszynowego ma istotny wpływ na przebieg wiązania monomerów w łańcuchu polimeru, tak aby w toku produkcji zbliżyć się do 100%, a to się bezpośrednio przekłada na bezpieczeństwo stosowania i ochronę środowiska.

Obecnie w zastosowaniach środowiskowych (rolniczych, ogrodniczych, rekultywacji) największą rolę pełnią polimery akrylowe. Są to związki otrzymane w wyniku polimeryzacji kwasu akrylowego i jego soli rozpuszczalnych w wodzie (potasowych, sodowych, amonowych). Wśród nich można wyróżnić dwie zasadnicze funkcjonalne grupy polimerów:

- liniowe rozpuszczalne w wodzie,
- usieciowane w większości przypadków nierozpuszczalne w wodzie.

Hydrożele do zastosowań doglebowych należą do grupy polimerów usieciowanych, nierozpuszczalnych w wodzie. Otrzymuje się je na drodze polimeryzacji monomerów w obecności sieciownika i aktywatora, które wiążą pojedyncze łańcuchy w sieć.

Produkowane są także polimery nieusieciowane (liniowe) o odmiennych właściwościach sorpcyjnych, rozpuszczalne w wodzie, które mają zastosowanie jako flokulanty w przemyśle wydobywczym, oczyszczaniu ścieków oraz do stabilizacji i uszczelniania gruntów.

ZASTOSOWANIE HYDROŻELI

Środowisko glebowe jest bardzo złożoną mieszaniną, więc nie sposób jest jednoznacznie i z dużą precyzją określić jaką ilość wody jest w stanie zatrzymać superabsorbent podany do podłoża, niemniej jednak można określić pewne prawidłowości. Gleby lekkie, mocno przepuszczalne, piaszczyste zazwyczaj charakteryzujące się stosunkowo niewielką zawartością soli mineralnych po zaaplikowaniu do nich hydrożelu w znaczny sposób zwiększą swoją pojemność wodną. W glebach zdegradowanych, silnie zasolonych o wysokim wskaźniku EC, efekt aplikacji równoważnej ilości hydrożelu da zdecydowanie słabsze efekty retencji i aby otrzymać porównywalne rezultaty należy zwiększyć dawkę. Z doświadczeń wynika, że aplikacja superabsorbentów do gleb piaszczystych jest najbardziej opłacalna, niewielkie ilości polimeru znacznie zwiększają pojemność wodną i powodują lepsze wykorzystanie nawozów.

Aplikacja superabsorbentów w glebach ciężkich, bogatych w składniki ilaste powinna być czyniona z rozważą, gdyż zawarte w takich glebach duże ilości rozpuszczonych soli znacznie obniżają chłonność hydrożeli, a przy znacznej pojemności wodnej oraz zlewności tych gleb stosowanie nieodpowiedniej frakcji i formuły hydrożelu może nie przynosić oczekiwanych korzyści ekonomicznych, jak również generować niebezpieczeństwo ograniczenia wymiany gazowej w podłożu, jednak ich zastosowanie ma wpływ na strukturę gleby. Po wyczerpaniu zapasu wody, powstają pustki (kawerny), ułatwiające przewietrzanie związłych gleb.

Technologia rolnicza i cały zbiór zaleceń agrotechnicznych przy uprawie roślin nakładają wiele ograniczeń w stosowaniu nowych materiałów w tym także superabsorbentów. Przykładowy, niewłaściwy dobór hydrożeli aplikowanych w tych dziedzinach jest niedopuszczalny, a nawet w skrajnych przypadkach zamiast przynosić oczekiwane efekty korzystne, może narazić na straty ekonomiczne i spowodować rezultaty przeciwne do zamierzonych. Odpowiedzialni

producenci jak też placówki naukowe prowadzą intensywne prace badawcze i wdrożeniowe, dążąc do ustalenia optymalnych warunków stosowania, wykorzystania maksymalnej wydajności i wszystkich zalet hydrożeli. Obecnie wysiłki projektowe prowadzą do pozyskania nowych polimerów wykazujących większą zdolność pochłaniania roztworów o dużej sile jonowej. Nadzieje wiąże się także z opracowaniami hydrożeli opartych na surowcach naturalnych takich jak chitozan, poliakrylonitryl, jak również odpadowych cechujących się niższymi kosztami produkcji, a zatem niższą ceną dla odbiorcy.

Działanie hydrożeli w środowisku rolniczym, ogrodniczym, leśnym

Hydrożele jako składniki podłoży ogrodniczych oddziałują zarówno na ich właściwości fizyczne jak też chemiczne. W podłożach z udziałem hydrożeli zdecydowanej poprawie ulegają stosunki powietrzno-wodne oraz dystrybucja jonowych składników pokarmowych. Znacznie wzrasta pojemność wodna, również retencja podłoża, a w tym przede wszystkim ilość wody łatwo dostępnej dla roślin. Szczególnie korzystny wpływ hydrożeli na stosunki powietrzno-wodne występuje w przypadku stosowania ich do podłoży porowatych, mocno przepuszczalnych dla wody, a więc z dużym udziałem takich komponentów jak piasek, kora, żwir, keramzyt, zdegradowany torf lub grubsze frakcje węgla brunatnego. W podłożach takich hydrożele zasadniczo zwiększają pojemność wodną, nie zmniejszając w sposób zagrażający oddychaniu pojemności gazowej. Hydrożele dzięki olbrzymiej naturalnej retencji ograniczają duże wahania wilgotności podłoża wynikające z okresowego wysychania, czy też podlewania, przyczyniając się do zredukowania stresu wodnego u roślin. Dzięki takim cechom istnieje uzasadniona możliwość ograniczenia zużycia wody, zmniejszenia migracji nawozów i środków ochrony roślin do wód podziemnych, należy więc uznać te cechy za bardzo korzystne z punktu widzenia ekonomicznego, jak i ochrony środowiska przyrodniczego. Biorąc pod uwagę aktualny stan wiedzy możemy określić dawki hydrożeli produkowanych przez Spółkę, jakie powinny być stosowane w uprawie poszczególnych. Bazując na charakterystyce typów roślin, korzystając z posiadanego doświadczenia użytkowego możemy bowiem dobrać rodzaj

hydrożelu i „zaprogramować” jego cechy aby odpowiadał właściwościom fizycznym podłoża oraz wymaganiom określonych gatunków roślin.

Kolejnym bardzo istotnym aspektem stosowania tej technologii jest fakt, iż dodatek hydrożelu do podłoża uniwersalnego powoduje obniżenie jego gęstości, czym przyczynia się do wzrostu jego aeracji - spulchnienia. Tak przygotowane podłoża były wyraźnie odporniejsze na brak wody, wolniej wysychały i dłużej utrzymywały wilgotność. Przesuszenie powodowało mniejsze zmiany struktury gleby po zastosowaniu hydrożeli niż w porównaniu do podłoża pozbawionych dodatku superabsorbentu.

Zastosowanie dawek ok 5 g/l podłoża powodowało ok. 25% zwiększenie ilości dostępnej dla roślin wody, a w przypadku dawek powyżej 6g/l przyrost sięgał nawet 70–80%.

Hydrozele dodane do wzbogacenia podłoża nawet w niewielkiej ilości korzystnie wpłynęły na ukorzenianie sadzonek. Superabsorbent istotnie wpłynął na wysokość sadzonek, lepsze ulistnienie i wzrost świeżej masy w porównaniu do poletek kontrolnych. W przypadku podłoża jednolitego (kora lub torf) okazał się on wręcz niezbędny dla uzyskania optymalnych warunków zasobności w wodę. Podłoże torfowo-korowe mimo swej naturalnej pojemności wodnej, po wzbogaceniu w hydrożel, wpływało pozytywnie na lepsze rozwinięcie systemu korzeniowego i intensywny przyrost świeżej masy części nadziemnej.

Hydrozele obecne w substratach glebowych korzystnie wpływają na ukorzenianie sadzonek. Niezależnie od rodzaju podłoża dodatek polimeru istotnie wpływa na przyrost masy części nadziemnej. Rośliny charakteryzują się zwiększeniem masy i długości korzeni (wzrost nawet do 130%), a także wysokości i mocy części nadziemnej sadzonek o 3–8%.

Stosując superabsorbenty do podłoża stosowanych w trakcie produkcji *In vitro* wpływa korzystnie na powstający, bardzo wrażliwy system korzeniowy sadzonek, szczególnie na ogólną masę korzeni, co jest wynikiem polepszenia warunków wodno-powietrznych podłoża tak istotnych w przypadku słabo zahartowanego systemu korzeniowego powstającego u roślin w uprawie *in vitro*. Podłoże z dodatkiem dedykowanych hydrożeli ma zdolność skutecznego przylegania do korzeni i potrafi dłużej stabilnie utrzymywać wilgoć, zmniejszając stres, jaki przechodzą rośliny w czasie przesadzania.

Hydrożel stosowany w uprawach, bezpośrednio, dogłębowo przed wysadzeniem roślin na finalne stanowisko korzystnie wpłynął na ich wzrost oraz wartość użytkową plantacji. Stosowanie hydrożelu jako składnika podłoża również umożliwia uprawę roślin w podłożu o ekstremalnie niskiej miąższości ok. 5 cm i uzyskanie pełnej wartości użytkowej plantacji. Polimer w przypadku małej miąższości chroni rośliny przed wysychaniem w okresach niedoboru wody.

Przydatność hydrożeli, jako składników podłoża do ukorzeniania sadzonek chryzantemy wielkokwiatowej i goździka szklarniowego było tematem pracy doktorskiej w Katedrze roślin Ozdobnych AR Lublin w latach 1995–1998. Przeprowadzone wtedy badania wykazały przydatność hydrożeli, jako składników podłoża do ukorzeniania sadzonek zielnych chryzantemy i goździka. We wszystkich badanych podłożach dodatek hydrożeli wpłynął korzystnie na ukorzenianie i jakość sadzonek. Uzyskane wtedy wyniki wskazują na celowość stosowania hydrożeli, jako dodatku do podłoża przy ukorzenianiu sadzonek zielnych i półdrewniałych.

Wpływ hydrożeli na możliwości uprawy chryzantem wielkokwiatowych w ograniczonej objętości podłoża, został przebadany w pracy habilitacyjnej prof. Włodzimierza Bresia, prowadzonej w latach 1991–1997 na Wydziale Ogrodniczym AR Poznań, zatytułowanej «Uprawa chryzantemy wielkokwiatowej (*Dendranthema grandiflora* Tzelev) w kulturach bezglebowych z zastosowaniem zamkniętego systemu nawożenia i nawadniania». W pracy tej zostało wykazane, że modyfikacja podłoża tradycyjnych hydrożelami umożliwia uprawę chryzantem w ograniczonej objętości podłoża.

Stosownie szeroko pojętej technologii superabsorbentów również, towarzyszy od wielu lat przy prowadzeniu dynamicznej gospodarki leśnej. Szkółki leśne lokalizowane są bardzo często na siedliskach o przepuszczalnych glebach lekkich i bardzo lekkich. Gleby te charakteryzują się bardzo ograniczonymi zdolnościami zatrzymywania wody w strefie aeracji, a ojej zasobach i biodostępności zazwyczaj decydują opady atmosferyczne. Jednym ze sposobów rozwiązania tych problemów jest zastosowanie hydrożeli – polimerowych superabsorbentów jako dodatku do gleby na różnych etapach produkcji leśnej. Istotne z punktu widzenia użytkowego było zbadanie wpływu wzbogaconego hydrożelem podłoża na krzywą retencji wodnej

gleby piaszczystej w szkółce leśnej. Jako podstawę do rozważań użyto wierzchnią warstwę gleby pobraną do głębokości ok. 15 cm, którą następnie wzbogacono i podzielono na porcje badawcze. Każdą z próbek, oprócz próby kontrolnej, wymieszano z założonym dodatkiem hydrożelu w ilości 0,5; 2; 4; i 6 gramów na 1 l gleby. Z każdej części gleby z założonym dodatkiem hydrożelu oraz próby kontrolnej bez dodatku hydrożelu pobrano próbki następnie poddano analizie. Otrzymane w procesie badawczym wyniki wilgotności w kryteriach poszczególnych wartości potencjału wody glebowej posłużyły do opracowania krzywych pF, a analizę właściwości retencji gleby przeprowadzono w zadanych zakresach pF przyjętych na podstawie wskazań z uprzednich opracowań naukowych. Pomiary retencji wodnej wykonano na aparaturze dostępnej w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie.

Superabsorbent dodany do gleby zasadniczo zwiększył jej zdolności retencyjne w zakresie pF mniejszym od 2.0. Najistotniejsze zwiększenie pojemności wodnej zostało zarejestrowane w zakresie pF 0–2,2. W wyniku analizy pozyskanych danych uznano, że hydrożel w sposób istotnie zauważalny zatrzymuje w glebie opadową wodę grawitacyjną, która w naturalnych warunkach szybko przesiąka w głąb profilu glebowego, a przy zastosowaniu superabsorbentów czyniąc ją dostępną dla roślin.

ROZWÓJ TECHNOLOGII POLIMEROWYCH SUPERABSORBENTÓW

Bazując na zdobytej wiedzy i wieloletnim doświadczeniu oraz licznych pracach naukowych i użytkowych, Spółka opracowała i stosuje unikatowe techniki i technologie produkcji najszerszej na rynku gamy hydrożeli -polimerowych superabsorbentów wody, dedykowanych do zastosowań agrotechnicznych i środowiskowych.

Stosowane w cyklu produkcyjnym usieciowane polimery kwasu akrylowego, ulegają biodegradacji, przez co nie powodują uwalniania do gruntu szkodliwych substancji - są bezpieczne dla środowiska. Z dotychczasowych eksperymentów i zastosowań praktycznych wynika, iż produkowany hydrożel zwiększa odporność roślin na suszę, redukuje efekty stresu wodnego oraz ogranicza wypłukiwanie nawozów i środków ochrony roślin. Dodatkowo, dzięki

swojej strukturze spulchnia glebę oraz zatrzymuje w systemie korzeniowym więcej składników pokarmowych.

Współczesne, intensywne, zmechanizowane rolnictwo zakłada maksymalne wykorzystanie naturalnych właściwości gleb uprawnych do pozyskania możliwie największych plonów. Częstokroć oznacza to stosowanie przez plantatorów znacznych, a wielokrotnie i przesadzonych, ilości nawozów sztucznych wpływających na tempo wzrostu roślin, odporność na choroby i zmiany warunków środowiskowych.

Skutkiem takiego działania jest wypłukiwanie z agregatów glebowych naturalnie w nich występujące związki odżywcze, oraz zmniejszenie trwałości wierzchniej warstwy gleby i jej wymywanie. Stosowane w ogromnych ilościach nawozy, przedostają się wraz z wodami opadowymi do zbiorników wodnych wywołując niepokojące zjawisko eutrofizacji a w efekcie zaburzając naturalną zdolność ekosystemów do zachowania równowagi gatunkowej i bioróżnorodności i samoregeneracji.

Dzięki wyraźnym naciskom środowisk proekologicznych, jak również rosnącej świadomości plantatorów, obserwuje się wzrost tendencji do stosowania przyjaznych dla środowiska rozwiązań opierających się na wykorzystaniu mikroorganizmów glebowych w efektywnym pozyskiwaniu składników pokarmowych z podłoża przy minimalnym zastosowaniu nawozów sztucznych. Bardzo istotnym i skutecznym sposobem na zwiększenie efektywności tak prowadzonych upraw jest zastosowanie superabsorbentów polimerowych.

UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWO-PRAWNE

W nawiązaniu do załącznika „Projekt Polityki wodnej państwa 2030” wydanym przez Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej możemy w żywić obawy w kwestii zasobów naturalnych wód zdatnych do zastosowań komunalnych oraz wykorzystania rolniczego.

Obecny stan ekosystemów wodnych i od wody zależnych – obok jakości wód – kształtują również czynniki związane z morfologią korytek cieków i jezior oraz ilością wody dostępnej dla tych ekosystemów. Do czynników negatywnie oddziałujących na stan ekosystemów wodnych należą w szczególności:

- zmiany reżimu przepływów, w szczególności eliminacja występowania wezbrań wiosennych, spowodowane działaniami hydrotechnicznymi i zmianami w zagospodarowaniu obszaru zlewni (wzrost powierzchni uszczelnionych),
- nadmierne pobory wody,
- nadmierne obniżenie poziomu wody w dolinach rzecznych przez odwadniające systemy melioracyjne,
- zaburzenia ciągłości cieków przez urządzenia piętrzące,
- obwałowania utrudniające lub przerywające łączność ekosystemów rzecznych i nadrzecznych z ekosystemami dolinowymi,
- przekształcenia linii brzegowej – umocnienia, zabudowa i pozbawienie roślinności przybrzeżnej i brzegowej,
- regulacja rzek prowadząca do ujednoczenia warunków hydraulicznych i morfologii koryt,
- nadmierna lub niewłaściwie prowadzona eksploatacja kruszywa.

Również niebagatelne jest stwierdzenie, iż „duży wpływ na stan zasobów wodnych wywiera rolnictwo i związane z nim systemy melioracyjne. Uregulowanych zostało ok. 40 tys. km małych rzek, a zabiegi melioracyjne wykonano na obszarze ponad 6 mln ha, tj. 36% użytków rolnych (18% powierzchni kraju). Systemy melioracyjne umożliwiły intensyfikację rolnictwa, ale poprzez zmianę stosunków wodnych spowodowały niekorzystne zmiany w środowisku przyrodniczym”.

Niemniej istotny wpływ na zasoby naturalne wód użytkowych mają uprawy leśne gdzie „w blisko połowie nadleśnictw Polski obserwuje się obniżanie poziomu wód gruntowych, czego skutkiem jest m.in. zanik śródleśnych bagien i drobnych akwenów naturalnych, oraz pogorszenie funkcjonowania ekosystemów leśnych. Nie oszacowano dotąd kompleksowo wpływu negatywnych zmian warunków wodnych na produktywność lasów w skali kraju, wrywkowe obserwacje wskazują jednak, że może on być znaczny. Występujące w lasach masowe zjawiska zamierania niektórych gatunków drzew (jesion, dąb) wiązane są m. in. ze zmianami warunków wodnych (niedostatkiem wody)”.

Jak podają autorzy opracowania „rolnictwo w Polsce zużywa na cele nawodnień relatywnie małe ilości wody (ok. 0,1 mld m³)”, jednak bardzo istotnym problemem jest „stały i znaczą-

cy wzrost niekontrolowanego poboru wód podziemnych do nawodnień rolniczych. Obecnie produkcja roślinna w Polsce opiera się głównie na wodach opadowych i retencji glebowej wód pozimowych, a nawodnienia, uzupełniające niedobory wodne, są prowadzone w ograniczonym zakresie”. Jednak w miarę wzrostu oczekiwań do wydajności produkcji z hektara przeliczeniowego zapotrzebowanie na wodę do upraw będzie znacząco wzrastać wzorem krajów Europy Zachodniej. Między innymi „wielkości poborów wody do nawodnień upraw polowych i sadowniczych w najbliższej przyszłości będą zależały od przyjętego scenariusza rozwoju rolnictwa. W scenariuszu „intensyfikacji» rolnictwo krajowe będzie musiało sprostać konkurencji europejskiej, niezależnie od warunków klimatycznych danego sezonu wegetacyjnego, co spowoduje wzrost obszarów nawadnianych”.

W związku ze zidentyfikowanym i wyraźnie dostrzeganym problemem z naturalnymi zasobami wody użytkowej, Ministerstwo Środowiska opublikowało nowelę Ustawy – Prawo Wodne, która zaczęta obowiązywać 2017 r.

Zgodnie z nowym Prawem Wodnym, które mówi, że „efektywna gospodarka wodna powinna gwarantować utrzymanie niezbędnej ilości i odpowiedniej jakości zasobów wód powierzchniowych i podziemnych oraz usuwanie bądź minimalizowanie wszelkich zagrożeń związanych z jej deficytem i nadmiarem (powódzie i susze). Gospodarowanie wodami powinno odbywać się zgodnie z zasadą zagwarantowanego zwrotu kosztów za usługi wodne zgodnie z zasady zrównoważonego rozwoju oraz wymogami unijnymi (art. 9 Ramowej Dyrektywy Wodnej 2000/60/WE), natomiast kalkulacja zwrotu kosztów za usługi wodne uwzględniać musi udział różnych grup użytkowników wody, w tym przemysłu, gospodarstw domowych i rolnictwa”. „Nowy model zarządzania gospodarką wodną będzie oznaczał wprowadzenie kompletnego systemu instrumentów ekonomicznych, które będą miały na celu przede wszystkim bardziej oszczędne zarządzanie zasobami wodnymi”. W ślad za nowelą wprowadzona została opłata, która dotyczy gospodarstw, które sztucznie pobierają wodę w ilościach przekraczających 5 m³ na dobę (średniorocznie), a więc obejmuje gospodarstwa wysoko towarowe. Woda do celów rolniczych lub leśnych na potrzeby nawadniania gruntów i upraw pobieranej za pomocą urządzeń pompowych objęta została opłatą.

Pojawia się więc pytanie, czy w dobie XXI wieku, gdzie głównym problemem jest postępujące ocieplenie klimatu, narastający deficyt wody jak również coraz częściej występujące susze, można zachować zdrową i bujną roślinność, wydajną produkcję płodów rolnych i ogrodniczych przy pozytywnym oddziaływaniu na środowisko naturalne?

W długich okresach pozbawionych opadów, pojawiających się coraz częściej w naszym kraju, występuje potrzeba zapewnienia uprawom dostępu do wody. W celu poprawienia warunków wodno-powietrznych gleb coraz częściej stosuje się substancje hydrożelowe.

W ostatnim 25-leciu trzynastokrotnie wystąpiły uporczywe susze obejmujące, co najmniej 75% powierzchni naszego kraju. Blisko 54 miliardy złotych kosztowały Polskę straty przypisywane zmianom klimatycznym okresie 2001–2010. Kolejnych 200 miliardów, do 2030 roku, to przewidywany koszt strat, w przypadku nie podjęcia zdecydowanych działań w kierunku zwalczania skutków zmian klimatycznych i niekorzystnego bilansu wodnego.

Zidentyfikowanie problemu, jak również rozwiązania prawne nie zmieniają jednak samoistnie niekorzystnej sytuacji i ujemnego bilansu wodnego, a jedynie podjęte faktyczne, aktywne działania w celu stosowania metod agrotechnicznych zwiększających zasobność gleb i retencję wodną podłoża przez tworzenie dogodnych warunków środowiskowych dla rozwoju pożytecznych organizmów glebowych, wpływających na przywracanie zasobów materii organicznej. Spośród wielu dostępnych obecnie metod jedną z najskuteczniejszych jest stosowanie neutralnych dla środowiska, biodegradowalnych superabsorbentów, o potwierdzonej jakości i skuteczności działania. Zdecydowanie korzystnym z punktu widzenia zaangażowania finansowego jak również parku maszynowego jest stosowanie rodzimej produkcji hydrożeli – superabsorbentów, w wielu typach upraw, zaczynając od wielkoobszarowego rolnictwa, przez uprawy ogrodnicze a skończywszy na uprawie i odtwarzaniu lasów, które to w sposób istotny wpływają na poprawę niekorzystnego bilansu wodnego naszego kraju.

Wydają się koniecznym zaangażowanie organów państwowych w promowanie skutecznej i efektywnej technologii, którą można w prosty sposób wdrożyć dzięki obecności na rynku polskiej, innowacyjnej technologii.

ROZWIĄZANIE PROBLEMÓW NIEDOBORU WODY PRZY ZASTOSOWANIU SUPERABSORBENTÓW

W poszukiwaniu skutecznych rozwiązań jedna z polskich firm nie tylko opracowała unikatowe rozwiązania i technologie dedykowanych do zastosowań agrotechnicznych superabsorbentów, ale również w dążeniu do realizacji misji dbałości o ochronę zasobów środowiska naturalnego, prowadzi regularne badania porównawcze dostępnych na rynku rozwiązań i preparatów, mających w założeniu chronić zasoby wody.

Dzięki stałej pracy twórczej i badawczej opracowywane są nowe wersje produktów, lepiej adresowane do użycia w przyrodzie, o korzystniejszym i mniej uciążliwym dla środowiska wpływie. Opracowane obecnie produkty bazują na ponad 20-letnim doświadczeniu w tworzeniu polimerowych magazynów wody, od samego początku skierowanych na działanie w bogatym w aktywne biologicznie komponenty środowisku glebowym. Ideą przewodnią w tworzeniu technologii i opracowywaniu produktów było przestrzeganie aby w każdym etapie były one przyjazne środowisku naturalnemu. Zapewnienie bezemisyjnej i bezodpadowej produkcji stało się celem samym w sobie. Dzięki tak przyjętym kryteriom nasze produkty stanowią doskonałe uzupełnienie istotnych, naturalnych właściwości gleb i podłoży, doskonale współpracując z obecnymi tam mikroorganizmami, stymulując zarówno ich wzrost jak i prawidłowy rozwój roślin. Potwierdzone licznymi badaniami akredytowanych jednostek badawczych właściwości i parametry techniczne naszych produktów, takie jak chłonność, czystość chemiczna, retencja wodna, biodegradacja, zawartość metali ciężkich oraz wpływ na mikroorganizmy stawia produkowane przez Spółkę produkty w pierwszym szeregu oferowanych na rynku rozwiązań.

W świetle obecnej na rynku konkurencji produkty Polskie jawią się jako wydajniejsze i bezpieczniejsze w użyciu. Proste zestawienie cech charakteryzujących polimerowe superabsorbenty obrazuje tabela 1.

Hydrożele z linii AgroNanoGel – Basic, Premium, Root są usieciowanymi poliakrylanami potasu w odróżnieniu od wielu innych dostępnych na rynku hydrożeli będących hydrożelami sodowymi, zazwyczaj bezpośrednio adoptowanymi z zastosowań technicznych (materiały higieniczne, kosmetyka, technika kabli). Hydrożele bazujące

Tabela 1. Korzyści z zastosowania hydrożeli z linii AgroNanoGel w porównaniu do innych konkurencyjnych hydrożeli dedykowanych zastosowaniom rolniczym

AgroNanoGel	Hydrożele sodowe
Poliakrylan potasu	Poliakrylan sodu
Podczas biodegradacji do środowiska glebowego uwalniany jest potas - będący pierwiastkiem korzystnym dla wzrostu roślin	Podczas biodegradacji do środowiska glebowego uwalniany jest sód - pierwiastek w w dużym stężeniu niekorzystny dla wzrostu roślin
Wysoka chłonność AgroNanoGel Basic 400-450 ml/g AgroNanoGel Premium 500-550 ml/g	Badając preparaty konkurencyjne chłonność ich utrzymuje się w granicach 300 maksymalnie 400 ml/g
Hydrożel oddaje wodę zmagazynowaną w swojej krystalicznej strukturze. Potwierdzone jest to badaniami przeprowadzonymi przez zewnętrzne laboratorium na dynamikę oddawania wody w czasie.	Hydrożele o bardziej zwartej strukturze, silnie bądź nawet trwale wiążące wodę w swojej strukturze, przez co nie oddają bądź oddają w niewielkim stopniu zmagazynowaną wodę roślinom. Nie wpływają na poprawę warunków wilgotności podłoża
Potwierdzenie chłonności badaniami zewnętrznego laboratorium	brak
Biodegradacja potwierdzona badaniami zewnętrznego laboratorium	brak
Brak negatywnego wpływu na mikroorganizmy glebowe - potwierdzone badaniami zewnętrznego laboratorium	brak
Śladowa zawartość wolnego monomeru kwasu akrylowego - potwierdzona badaniami zewnętrznego laboratorium	brak
Dodatkowe badania w postaci atestów PZH, zawartości metali ciężkich	brak

na poliakrylanie sodu, czy też kopolimery zawierające akrylamid znalazły główne zastosowanie poza użyciem w środowisku naturalnym. Nie są to hydrożele dedykowane i powstałe z myślą o zastosowaniach rolniczych ze względu na pierwotną zawartość niekorzystnych, często toksycznych składników, lub niekorzystny wpływ na procesy życiowe roślin (wymianę gazową, retencję i pobieranie wody), lub pozostawianie w glebie niekorzystnych dla organizmów produktów rozpadu.

Jak działają hydrożele z linii produktowej AgroNanoGel?

Opracowana technologia innowacyjnych polimerowych superabsorbentów – hydrożeli AgroNanoGel – to zaawansowane dedykowane preparaty, budowane z wielkocząsteczkowych polimerów, które charakteryzuje się ogromną chłonnością wody, przekraczającą kilkaset razy własną masę. Są one bezpieczne dla środowiska, nietoksyczne dla ludzi, zwierząt i roślin o neutralnym, również modyfikowalnym odczynie pH. Polecane do stosowania w hodowli i uprawie roślin od fazy siewu aż do dojrzałości.

Produkty w postaci handlowej pod nazwą AgroNanoGel® są to suche nieregularne ziarna o kalibrowanej granulacji od frakcji pylistej

do ok. 2,5 mm. W kontakcie z wodą preparat wchłaniając ją, pęcznieje i tworzy elastyczny krystaliczny, nieregularny żel. Charakterystyczną cechą naszego hydrożelu jest zdolność wielokrotnego powtarzania (ok 35 tysięcy cykli) cyklu wchłaniania, magazynowania wody, przy równoczesnym, racjonalnym udostępnianiu zmagazynowanej wody roślinom w okresach zwiększonego zapotrzebowania (np. susza). Około 93-95% wody wchłoniętej i zmagazynowanej w strukturze krystalicznej żelu jest dostępne dla roślin. Nasycony wodą AgroNanoGel zapewnia wielokrotny bufor wodny dla roślin w czasie ograniczonego dostępu do wody opadowej lub pochodzącej z irygacji, również gdy nie możemy roślinom dostarczyć wody w tradycyjny sposób. Podłoże wzbogacone hydrożelem sprawia, że rośliny są dłużej odporne na suszę i nie cierpią z powodu stresu spowodowanego brakiem wody.

Dodany do podłoża lub ziemi gruntowej hydrożel dzięki swoim superabsorbcyjnym właściwościom aktywnie wchłania i magazynuje wodę pochodzącą z opadów, nawadniania, a nawet mgły lub rosy. Dzięki utworzeniu wilgotnej strefy barierowej, pozytywnie wpływa na ograniczenie jej strat na skutek parowania, a także przenikania do głębszych warstw gleby, skąd staje się ona niedostępna dla roślin. AgroNanoGel na skutek

zdolności wiązania jonów korzystnie wpływa na zatrzymanie w profilu glebowym (immobilizację) składników pokarmowych, podanych w nawozach w obrębie ryzosfery systemu korzeniowego roślin, co pozwala na zasadnicze zmniejszenie dawek nawozowych nawet do 30%. Efektem wynikającej z użycia hydrożelu optymalizacji jest dobre odżywienie roślin, oraz zasadnicze oszczędności finansowe związane używaniem nawozów sztucznych, a także ochrona idąca za tym ochrona środowiska naturalnego.

Gama dedykowanych, specjalistycznych superabsorbentów AgronanoGel spełnia najwyższe standardy w ochronie środowiska, a ich stosowanie zapewnia efektywną uprawę roślin.

Do najważniejszych produktów zaliczają się preparaty dla terenów zieleni miejskiej, rolnictwa, leśnictwa, ogrodnictwa, rekultywacji. Obecnie spółka produkuje innowacyjne hydrożele, zawierające mikro i nanopory, które ułatwiają korzeniom roślin przerastanie kryształów i dają w efekcie lepszy dostęp do wody, również skutecznie wpływają na magazynowanie składników pokarmowych. Dzięki opatentowanej unikatowej technologii w trakcie procesu produkcyjnego powstają w krystalicznej strukturze mikro i nanopory, które działają stymulująco na rozwój pożytecznych mikroorganizmów glebowych takich jak bakterie, grzyby mikoryzowe, promieniowce.

Korzyści ze stosowania hydrożeli o potwierdzonych parametrach użytkowych

- Renomowane hydrożele – superabsorbenty o potwierdzonej jakości są trwałe i aktywne w glebie przez co najmniej 5 lat, a po około 10 latach ulegają całkowitej biodegradacji.
- Zastosowanie nawet niewielkich dawek od 0,5 do 1,5 grama na 1 litr podłoża lub gleby, zapewnia znacznie mniejsze zużycie wody w przypadku systemów irygacyjnych.
- Poprawia strukturę gleb ciężkich zmniejszając ich zwężłość i zwiększając napowietrzenie.
- Poprawia strukturę w przypadku gleb lekkich przeciwdziałając erozji.
- Stymuluje rozwój systemu korzeniowego zwiększając dynamikę pozytywnych zjawisk w środowisku glebowym - np. rozwój mikoryzy czy też rozwoju bakterii symbiotycznych.
- Przyspiesza wzrost roślin oraz zmniejsza ich „wypadanie” wywołane stresem wodnym.
- Przeciwdziała zasychaniu korzeni i całych roślin w okresie, kiedy są pozbawione gleby

w procesie sadzenia oraz ułatwia ich transport. Zwiększa procentową wartość skutecznych nasadzeń.

- Może stanowić dodatek ułatwiający tamowanie przecieków i odbudowę wałów przeciwpowodziowych.
- Pozwala na znaczne zmniejszenie częstotliwości nawodnień.
- Daje optymalizację ogólnych kosztów uprawy - także w odniesieniu do zastosowania w domu i na działce.
- Pozwala na wzmocnienie systemu korzeniowego i zwiększenie masy korzeni aktywnie pobierających składniki pokarmowe z gleby.
- Efektywnie podnosi odporność roślin na stres wodny.
- Ułatwia roślinom pobieranie z podłoża składników mineralnych, aktywnie wspomagając ich wzrost.
- Wpływa pozytywnie na stopień napowietrzenia i regulację przestrzeni pomiędzy agregatami gleby.
- Poprawia dostępność mikroelementów, tworząc korzystne warunki dla rozwoju mikroorganizmów autotroficznych zwiększając wielkość materii organicznej.
- Pozwala zmniejszyć dawki nawozowe o około 30% poprzez zatrzymywanie składników pokarmowych (nawozów) w obrębie ryzosfery systemu korzeniowego.
- Pozwala na ograniczenie nawadniania po zastosowaniu hydrożelu poprzez jego absorpcyjne działanie od około 20% do 50% w zależności od harmonogramu nawodnień i właściwości podłoża lub gleby.
- Wpływa na zwiększenie plonowania o około 15%.
- Wpływa na zmniejszenie zabiegów pielęgnacyjnych o około 9%.

Technologia hydrożelowa w racjonalnym zarządzaniu zasobami wody

W dobie intensywnego rozwoju cywilizacji technicznej, musimy zwrócić szczególną uwagę na ślad jaki pozostawia po sobie agresywna gospodarka człowieka, często nadmiernie eksploatująca zasoby naturalne Ziemi. Rabunkowa eksploatacja pozostawia po sobie odcisnięte w naturze piętno, którego regeneracja trwa latami a często całe stulecia. Wpływ działalności człowieka na zaburzenia globalnej gospodarki wodnej, będącej głównym czynnikiem sterującym

procesami klimatycznymi dostrzegamy w sposób wyraźny w postaci niespotykanych dotychczas anomalii pogodowych, dotyczących różne rejonu świata.

Analizując źródła (www.klimatdla ziemi.pl) trzeba mieć na względzie długookresowy charakter zmian jak również trudności w stabilizacji warunków pogodowych oraz długotrwały charakter jej przywracania.

Jak podają źródła naukowe „symulacje zmian pogodowych związanych z globalnym ociepleniem w XXI wieku przewidują zmiany opadów w różnych rejonach Ziemi..., olbrzymie rejonu globu nie tylko będą tracić wodę w wyniku przyspieszonego parowania w wyższej temperaturze, ale będą także otrzymywać dużo mniej wody opadowej. Dotyczy to szczególnie terenów położonych w rejonach zwrotnikowych – pomiędzy 20 i 45 stopniem szerokości geograficznej...”.

„Konsekwencją zmniejszenia opadów w rejonach zwrotników będzie poszerzenie pasa pustyni zwrotnikowych. Trend ten jest wyjątkowo groźny, dotknie bowiem terenów już dziś ubogich w opady i sąsiadujących z wielkimi pustyniami: Saharą, Kalahari, Sonora, Mojave, Atacama, Australijską i in.”.

„Według raportu IPCC z 2007 roku, w 2080 roku bez wody pozostanie od 1.1 do 3.2 miliarda ludzi. W tym samym czasie ponad 600 milionów ludzi będzie cierpieć głód”.

„Niedostatek wody dotyczy głównie Afryki, Australii i wschodniej Azji, gdzie panuje dramatyczna susza. Ale miejsc, gdzie cierpi się z powodu braku wody jest więcej. Dołącza do nich Hiszpania oraz Amazonia, gdzie susza poczyniła olbrzymie spustoszenia, także południowy wschód Azji oraz zachód USA i Kanady”.

„Wyczerpywaniu zasobów wodnych, degradacji jakości wody i gleby towarzyszy rosnąca populacja i rosnące zapotrzebowanie na wodę, nie tylko bezpośrednio przez ludzi, ale także ze strony zapewniającego im żywność rolnictwa i zwierząt hodowlanych”.

W Polsce mamy firmę która efektywnie korzysta z 20-letniego doświadczenia w badaniach i produkcji hydrożelowych mini magazynów wody, zna jedną z odpowiedzi jak walczyć ze zjawiskiem suszy, posiada również wiedzę i technologię na której bazuje szeroka gama produktów o istotnej skali innowacyjności, które mogą wspomóc rozwiązanie istotnych cywilizacyjnych problemów. Bazując na potencjale

działu B&R i zrealizowanych do tej pory przedsięwzięciach, doskonale wpisuje się zarówno w krajową jak i globalną strategię walki z suszą, oferując pełną gamę wyspecjalizowanych i zoptymalizowanych produktów, mogących wspomóc racjonalną gospodarkę wodną, aktywnie uczestnicząc w realizacji spójnej polityki walki ze zmianami klimatycznymi.

BADANIA I OBSERWACJE WARZYW UPRAWIANYCH Z UŻYCIEM HYDROŻELI

Ogórek gruntowy

Ilość roślin: 20–35 tys. roślin na 1 ha w zależności od odmiany. Zużycie wody do nawadniania: 1000–1500 m³ wody na 1 ha w ciągu uprawy, Latem maksymalne zużycie wody dochodzi do 3,5–3,8 litra na jedną roślinę w ciągu doby (bezdeszczowa pogoda). Plon: 17,9 t/ha.

Uprawa z hydrożelem: zastosowanie po 4 g hydrożelu na roślinę pozwala osiągnąć wzrost plonowania na bardzo lekkiej, piaszczystej glebie, przy ograniczeniu nawadniania nawet do 50% wysokości strat na drodze ewapotranspiracji; dodatkowym efektem, dzięki zatrzymywaniu wody w ryzosferze jest znaczne zwiększenie efektywności nawożenia [El-Hady i Wanas, 2006].

Pomidor gruntowy

Ilość roślin: 20–25 tys roślin na 1 ha w zależności od odmiany. Zużycie wody do nawadniania: 800–1200 m³ wody na 1 ha w ciągu uprawy, jednorazowa dawka nawadniania 200–300 m³/ha. Plon: 27,4 t/ha.

Uprawa z hydrożelem: Zastosowanie po 4 g hydrożelu na roślinę pozwala osiągnąć wzrost plonowania na bardzo lekkiej, piaszczystej glebie, przy ograniczeniu nawadniania nawet do 50% wysokości strat na drodze ewapotranspiracji; dodatkowym efektem, dzięki zatrzymywaniu wody w ryzosferze jest znaczne zwiększenie efektywności nawożenia [El-Hady i Wanas, 2006].

Kapusta głowiasta

Ilość roślin: 35–40 tys roślin na 1 ha w zależności od odmiany. Zużycie wody do nawadniania: 1500 m³ wody na 1 ha w ciągu uprawy, jednorazowa dawka nawadniania 150–300 m³/ha. Plon: 49,2 t/ha. Uprawa z hydrożelem: na przykładzie kalarepy, z rodziny kapustnych.

Stwierdzono istotny wpływ sposobu stosowania AgroHydroGelu na wielkość plonów oraz średnią masę i średnicę zgrubienia kalarepy. Istotnie większy plon ogółem i plon handlowy oraz masę kalarepy uzyskano w obiektach, w których AgroHydroGel zastosowano w całości pod roślinę w gruncie. Plon handlowy wzrósł o 44% w przypadku zastosowania hydrożelu.

Burak cukrowy

Ilość roślin: 75–100 tys. na 1 ha w zależności od odmiany i sposobu uprawy. Zużycie wody do nawadniania: burak potrzebuje 4500–6000 m³ wody na 1 ha w ciągu uprawy, jest to łączna suma opadów i nawodnień niezbędna w ciągu sezonu. Plon wynosi 67,9 t/ha. Uprawa z hydrożelem: wzrosła masa pojedynczego buraka o ok 50% oraz zawartość cukru o 44% na podłożu z hydrożelem.

LITERATURA

1. Blodgett AM, Beattis DJ, White JW, Elliot GC. - 1993. Hydrophilic polymers and wetting agents affect absorption and evaporate water loss. *Horticulture Science* 28, 633-635.
2. Dąbrowska J., Lejcus K. 2012. Charakterystyka wybranych właściwości superabsorbentów. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, Nr 3/IV/2012, 59-68.
3. El-Hady O.A., Wanas S.A. 2006. Water and fertilizer use efficiency by cucumber grown under stress on sandy soil treated with acrylamide hydrogels. *Journal of Applied Science Research*, 2(12), 1293-1297.
4. Główny Urząd Statystyczny 2018. Wyniki produkcji roślinnej w 2017 r. Warszawa.
5. Paluszek J. 2004. Wpływ hydrożelu Viterra na właściwości gleb erodowanych. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sec. E. vol. 59, nr 1*, 149-156.